



SS [signature]
#1
6-25-02

Docket No. 1999P2607

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By:

[Signature]

Date: May 30, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Sabine Steck et al.
Appl. No. : 10/078,997
Filed : February 20, 2002
Title : Trench with Buried Plate and Method for its Production

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 199 39 589.6 filed August 20, 1999.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

[Signature]

WERNER H. STEMER
REG NO. 34,956

Date: May 30, 2002

ext 121

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/mjb



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 39 589.6

Anmeldetag: 20. August 1999

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE
Erstanmelder: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Graben mit vergrabener Platte und
Verfahren zu seiner Herstellung

IPC: H 01 L 27/108

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. Februar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be "A. G. R. K. S.", written over the printed name "Der Präsident".

AGURKS

Beschreibung

Graben mit vergrabener Platte und Verfahren zu seiner Herstellung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Grabenkondensator und ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

10

Zu Diskussionszwecken wird die Erfindung hinsichtlich der Bildung eines einzelnen Grabenkondensators beschrieben.

15

Integrierte Schaltungen (ICs oder Chips enthalten Kondensatoren zum Zwecke der Ladungsspeicherung, wie zum Beispiel ein dynamischer Schreib-Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff (DRAM). Der Ladungszustand in dem Kondensator repräsentiert dabei ein Datenbit.

20

Ein DRAM-Chip enthält eine Matrix von Speicherzellen, welche in Form von Zeilen und Spalten angeordnet sind und von Wortleitungen und Bitleitungen angesteuert werden. Das Auslesen von Daten aus den Speicherzellen, oder das Schreiben von Daten in die Speicherzellen, wird durch die Aktivierung geeigneter Wortleitungen und Bitleitungen bewerkstelligt. Üblicherweise enthält eine DRAM-Speicherzelle einen mit einem Kondensator verbundenen Transistor.

25

30

Die in dem Kondensator gespeicherte Ladung baut sich mit der Zeit, aufgrund von Leckströmen ab. Bevor sich die Ladung auf einen unbestimmten Pegel unterhalb eines Schwellwertes abgebaut hat, muß der Speicherkondensator aufgefrischt werden. Aus diesem Grund werden diese Speicherzellen als dynamisches RAM (DRAM) bezeichnet. Aus den Patentschriften US 5,867,420 , US 5,065,273 , US 4,649,625 , US 5,658,816 , US 5,512,767 , US 5,869,868 , US 5,736,760 , US 5,691,549 , US 5,641,694 , US 5,744,386 und US 5,310,698 sind Verfahren zur Herstellung von Speicherkondensatoren bekannt.

35

Ein Teilschritt bei der Bildung eines Grabenkondensators stellt die Bildung einer vergrabenen Platte dar, welche die äußere Kondensatorelektrode bildet. Für die Bildung der vergrabenen Platte wird die europäische Patentanmeldung 0 271 072 als nächstliegender Stand der Technik angesehen. Üblicherweise ist die vergrabene Platte im unteren Bereich des Grabenkondensators angeordnet und der obere Bereich des Grabens ist durch einen Isolationskragen isoliert. Der Isolationskragen hat unter anderem die Aufgabe, Leckströme zwischen den beiden Kondensatorelektroden des Grabenkondensators zu verhindern. Daher ist es erforderlich, daß Leckströme im Bereich des Isolationskragens, die aufgrund von Dotierstoffrückständen vorhanden sind, vermieden werden. Die Dotierstoffrückstände entstehen bei der Bildung der vergrabenen Platte.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, die vergrabene Platte so zu bilden, daß in dem oberen Bereich des Grabens, in dem der Isolationskragen gebildet wird, keine Dotierstoffrückstände verbleiben und somit Leckströme vermieden werden, die den Grabenkondensator entladen können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines entsprechenden Herstellungsverfahrens.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den in Anspruch 1 angegebenen Graben gelöst. Weiterhin wird die gestellte Aufgabe durch das in Anspruch 4 angegebene Verfahren gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht in der Bildung einer undotierten Siliziumoxidschicht unter der Silikatglasfüllung, welche den Dotierstoff für die vergrabene Platte liefert. Dadurch ist es mit einer Oxidätzung möglich, das dotierte Silikatglas rückstandsfrei aus dem oberen Bereich des Grabens, in dem der Isolationskragen gebildet wird, zu entfernen. Dies liegt an der schützenden undotierten

Siliziumoxidschicht, welche den Dotierstoff aus der Silikatglasfüllung von der Seitenwand des Grabens fernhält. Durch den Ätzprozeß, der die Silikatglasfüllung und die undotierte Siliziumoxidschicht entfernt, wird die Silikatglasfüllung
5 vollständig durch das darunterliegende undotierte Siliziumoxid entfernt.

In einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Graben in einem Substrat geätzt und eine undotierte
10 Siliziumoxidschicht gebildet, auf die eine dotierte Silikatglasfüllung aufgebracht wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet die undotierte Siliziumschicht durch thermische Oxidation.
15

Eine andere vorteilhafte Ausprägung des erfindungsgemäßen Verfahrens bildet die undotierte Siliziumoxidschicht in einem integrierten Prozeßschritt unmittelbar vor der Abscheidung
20 der dotierten Silikatglasfüllung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausprägung des Herstellungsverfahrens wird die undotierte Siliziumoxidschicht mit einer Dicke zwischen 0,1 nm und 25nm gebildet.

In einem weiteren vorteilhaften Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens diffundiert der Dotierstoff aus der dotierten Silikatglasfüllung während eines Temperaturschrittes durch die undotierte Siliziumoxidschicht und bildet eine vergrabene
30 Platte.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und nachfolgend näher erläutert.

35 In den Figuren zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Grabens gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

5 Figur 2 das Ausführungsbeispiel aus Figur 1 zu einem späteren Zeitpunkt des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 3 das Ausführungsbeispiel aus Figur 2 gemäß der vorliegenden Erfindung zu einem späteren Zeitpunkt während des Herstellungsverfahrens;

10 Figur 4 das Ausführungsbeispiel aus Figur 3 gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einem späteren Zeitpunkt;

15 Figur 5 eine weitere Ausführungsform eines Grabens gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators, die sich an die in Figur 1 dargestellte Variante des Herstellungsverfahrens zeitlich anschließt;

20 Figur 6 das Ausführungsbeispiel aus Figur 5 zu einem späteren Zeitpunkt;

25 Figur 7 eine dritte Ausführungsvariante eines Grabens gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 8 die in Figur 7 dargestellte dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabens zu einem späteren Zeitpunkt;

30 Figur 9 die in Figur 8 dargestellte dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einem späteren Zeitpunkt; und

Figur 10 die in Figur 9 dargestellte dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einem späteren Zeitpunkt.

- 5 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente.

Mit Bezug auf Figur 1 ist eine erste Ausführungsform der vor-
liegenden Erfindung gezeigt. Der dargestellte Graben 1 wird
10 in einem Substrat 2 gebildet. Zur Ätzung des Grabens 1 wird
eine Maskenoxidschicht 5 und eine Maskennitridschicht 6 ver-
wendet, die auf das Substrat abgeschieden und strukturiert
werden. Der Graben 1 und die Maskennitridschicht 6 sind mit
einer undotierten Siliziumoxidschicht 4 verkleidet. In der
15 gesamten Beschreibung ist mit einer undotierten Siliziumoxid-
schicht eine Siliziumoxidschicht gemeint, in der die Dotier-
stoffkonzentration unter 10^{18} cm^{-3} liegt. Die Dotierung unter
 10^{18} cm^{-3} wird als gering angesehen und hat keinen meßbaren
Einfluß auf die zugrundeliegende Erfindung. Die undotierte
20 Siliziumoxidschicht ist ihrerseits in dem Graben 1 und auf
der Maskennitridschicht von der Silikatglasfüllung 3 ver-
kleidet.

Mit Bezug auf Figur 1 wird nun die erste Variante des erfin-
25 dungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabenkonden-
sators beschrieben. Es wird das Substrat 2 bereitgestellt, in
dem der Graben 1 zu bilden ist. Bei der vorliegenden Variante
ist das Substrat 2 leicht mit p-Typ-Dotierstoffen dotiert,
wie zum Beispiel Bor. Auf dem Substrat 2 wird eine Mas-
30 kenoxidschicht 5 und eine Maskennitridschicht 6 abgeschie-
dene und strukturiert. Anschließend wird in einem Ätzschritt
der Graben 1 in das Substrat 2 geätzt. In dem Graben 1 und
auf die Maskennitridschicht 6 wird in einem integrierten Pro-
zeßschritt eine undotierte Siliziumoxidschicht 4 mit einer
35 Dicke von beispielsweise 3nm abgeschieden. Dies kann zum Bei-
spiel mit einem CVD-Prozeß, der Tetra-Ethyl-Ortho-Silicate
(TEOS) als Ausgangssubstanz verwendet und bei 635°C für drei

Minuten durchgeführt werden. Während des Prozeßschrittes zur Abscheidung der undotierten Siliziumoxidschicht 4 wird als Ausgangsmaterial des CVD-Abscheideverfahrens dotiertes TEOS hinzugefügt, so daß während des anschließenden

- 5 Abscheideverfahrens bei ca. 635°C und 45 Minuten Dauer eine dotierte Silikatglasfüllung 3 in dem Graben 1 und auf der Maskennitridschicht abgeschieden wird.

- 10 Mit Bezug auf Figur 2 wird zunächst die Lackfüllung 7 in den Graben eingefüllt. Anschließend wird die Lackfüllung 7 um ein Zehntel bis zur Hälfte der Grabentiefe in den Graben 1 eingesenkt. Dies kann zum Beispiel mit einem Plasmaprozeß, der Sauerstoff und/oder Stickstoff verwendet, bei 175°C durchgeführt werden. Anschließend wird die Silikatglasfüllung
- 15 3 und die undotierte Siliziumoxidschicht 4 ebenfalls in den Graben eingesenkt. Dazu kann gepufferte Flußsäure (BHF) im Verhältnis 88:10:2 für Wasser:Amoniak:Flußsäure ($\text{H}_2\text{O}:\text{NH}_3:\text{HF}$) für 30 Sekunden verwendet werden.

- 20 Mit Bezug auf Figur 3 wird zunächst die Lackfüllung 7 vollständig aus dem Graben entfernt. Dies kann beispielsweise mit PIRANHA, wobei es sich um konzentrierte Schwefelsäure (H_2SO_4 , 95%), mit einer Temperatur von 110°C handelt, durchgeführt werden.

- 25 Anschließend wird eine Deckoxidschicht 8 in dem Graben 1 und auf der Maskennitridschicht 6 abgeschieden. Die Deckoxidschicht 8 wird beispielsweise mit einem CVD-Verfahren durchgeführt, das TEOS als Ausgangsmaterial verwendet.

- 30 Mit Bezug auf Figur 4 ist das Ergebnis eines Temperaturschritts bei etwa 1.000°C und 90 Minuten in nicht-oxidierender Atmosphäre dargestellt. Die vergrabene Platte 9 ist mit dem Dotierstoff aus der Silikatglasfüllung 3
- 35 gebildet. Dies wird durch Ausdiffusion von Dotierstoff erreicht. Anschließend wird die Deckoxidschicht 8 und die Silikatglasfüllung 3 aus dem Graben 1 entfernt. Dies kann

beispielsweise mit BHF im Verhältnis 88:10:2 durchgeführt werden.

Das anhand von Figur 1 bis 4 beschriebene Herstellungsverfahren eines Grabens mit vergrabener Platte 9 hat den Vorteil, daß in dem oberen Bereich des Grabens 1 keine Dotierstoffrückstände verbleiben.

Die zweite Variante des erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Grabens mit vergrabener Platte schließt sich an das in Figur 1 gezeigt Prozeßstadium mit der in Figur 5 gezeigten Weiterentwicklung an. Der Graben 1 wird mit einem Opfersilizium 12 gefüllt. Bei dem Opfersilizium 12 handelt es sich beispielsweise um Polysilizium, welches bei 550°C in einem CVD-Prozeß hergestellt, der Silan beziehungsweise Disilan als Ausgangsstoffe verwendet. Anschließend wird die dotierte Silikatglasfüllung 3 und die undotierte Siliziumoxidschicht 4 aus dem oberen Bereich des Grabens 1 entfernt. Dies wird beispielsweise mit einer weiteren gepufferten Flußsäure im Verhältnis 500:1, Ammoniak:Flußsäure für 2 Minuten 20 Sekunden durchgeführt. In einem weiteren Prozeßschritt wird ein Isolationskragen 10 gebildet. Dazu wird beispielsweise in einem CVD-Prozeß eine Oxidschicht abgeschieden und zurückgeätzt.

Mit Bezug auf Figur 6 wird die Anordnung einem Temperaturschritt ausgesetzt, der zunächst 5nm Oxid bildet und anschließend bei 1.000°C für 90 Minuten unter Stickstoffatmosphäre den Isolationskragen 10 verdichtet und den Dotierstoff aus der Silikatglasfüllung 3 in das Substrat 2 diffundieren läßt, so daß sich die vergrabene Platte 9 bildet.

Anschließend wird mit einem reaktiven Ionenätzschritt (RIE) der Isolationskragen geätzt und in einem zweiten reaktiven Ionenätzschritt das Opfersilizium 12 aus dem Graben 1 entfernt. In dem anschließenden Prozeßschritt wird die Silikatglasfüllung 3 einschließlich der undotierten Siliziumoxidschicht 4, welche zu diesem Prozeßstadium, durch die Dotier-

stoffdiffusion, als dotiert zu betrachten ist, zum Beispiel mit gepufferter Flußsäure im Verhältnis 500:1 Amoniak:Flußsäure für 4 Minuten 10 Sekunden entfernt.

- 5 In Figur 7 ist eine dritte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabens 1 mit vergrabener Platte 9 dargestellt. Das Verfahren schließt sich an das in Figur 1 dargestellte Prozeßstadium an. Nach der Bildung der Silikatglasfüllung 3 wird in der integrierten Prozeßführung
10 die Temperatur von ca. 635°C auf 650°C angehoben und 20nm undotiertes Siliziumoxid mit einem CVD-TEOS-Prozeß in 15 Minuten abgeschieden.

- Mit Bezug auf Figur 8 wird zunächst eine Lackfüllung 7 in den
15 Graben 1 eingefüllt. Anschließend wird die Lackfüllung 7 bis auf die in Figur 8 gezeigte Höhe eingesenkt und in einem anschließenden Ätzprozeß wird die Silikatglasfüllung 3 und die undotierte Siliziumoxidschicht 4 aus dem oberen Bereich des Grabens mit Hilfe einer gepufferten Flußsäureätzung
20 Wasser:Amoniak:Flußsäure ($H_2O:NH_4:HF$) im Verhältnis 88:10:2 in 30 Sekunden entfernt.

Mit Bezug auf Figur 9 wird die Lackfüllung 7 mit PIRANHA aus dem Graben 1 entfernt.

- 25 Mit Bezug auf Figur 10 wird in einem nicht-oxidierenden Temperaturschritt der Dotierstoff aus der Silikatglasfüllung 3, die sich im unteren Bereich des Grabens 1 befindet, durch die undotierte Siliziumoxidschicht 4 in das Substrat 2 eindiffundiert, so daß die vergrabene Platte 9 gebildet wird. Der Temperaturschritt wird bei ca. 1.000°C für 90 Minuten unter Stickstoffatmosphäre durchgeführt. In dem anschließenden Prozeßschritt wird die Silikatglasfüllung 3 und die undotierte Siliziumoxidschicht 4, welche zu diesem Zeitpunkt als dotiert
30 zu betrachten ist mit einer gepufferten Flußsäureätzung entfernt.

Patentansprüche

1. Graben (1) in einem Substrat (2) mit einer dotierten Silikatglasfüllung (3),
5 dadurch gekennzeichnet,
daß sich zwischen dem Substrat (2) und der dotierten Silikatglasfüllung (3) eine undotierte Siliziumoxidschicht (4) befindet.
- 10 2. Graben (1) in dem Substrat (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Dotierung der undotierten Siliziumoxidschicht (4) kleiner ist als $10^{18} \cdot \text{cm}^{-3}$ und die Dotierung der dotierten Silikatglasfüllung (3) größer ist als $10^{18} \cdot \text{cm}^{-3}$.
- 15 3. Graben (1) in dem Substrat (2) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei der Dotierung der dotierten Silikatglasfüllung (3) um Bor, Phosphor und/oder Arsen handelt.
- 20 4. Verfahren zur Herstellung eines Grabens (1) in einem Substrat (2) mit den Schritten:
Ätzen des Grabens (1) in das Substrat (2) und Abscheiden einer dotierten Silikatglasfüllung (3),
25 dadurch gekennzeichnet,
daß vor der Abscheidung der dotierten Silikatglasfüllung (3) eine undotierte Siliziumoxidschicht (4) gebildet wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die undotierte Siliziumoxidschicht (4) durch thermische Oxidation gebildet wird.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß die undotierte Siliziumoxidschicht (4) in einem integrierten Prozeßschritt unmittelbar vor der dotierten Silikatglasfüllung (3) abgeschieden wird.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die undotierte Siliziumoxidschicht (4) mit einer Dicke
zwischen 0,1 und 25nm gebildet wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Dotierstoff während eines Temperaturschritts aus der
dotierten Silikatglasfüllung (3) durch die undotierte Silizi-
umoxidschicht (4) diffundiert und eine vergrabene Platte (9)
15 bildet.

Zusammenfassung

Graben mit vergrabener Platte und Verfahren zu seiner Herstellung

5

10

Die vorliegende Erfindung umfaßt einen Graben (1), der in einem Substrat (2) gebildet ist. In dem Graben (1) wird eine undotierte Siliziumoxidschicht abgeschieden, auf die wiederum eine dotierte Silikatglasfüllung aufgebracht wird. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine vergrabene Platte (9) um dem unteren Bereich des Grabens (1) in dem Substrat (2) gebildet.

Figur 1

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | Graben |
| 2 | Substrat |
| 3 | dotierte Silikatglasfüllung |
| 4 | undotierte Siliziumoxidschicht |
| 5 | Maskenoxidschicht |
| 6 | Maskennitridschicht |
| 7 | Lackfüllung |
| 8 | Deckoxidschicht |
| 9 | vergrabene Platte |
| 10 | Isolationskragen |
| 11 | zweite Deckoxidschicht |
| 12 | Opfersilizium |

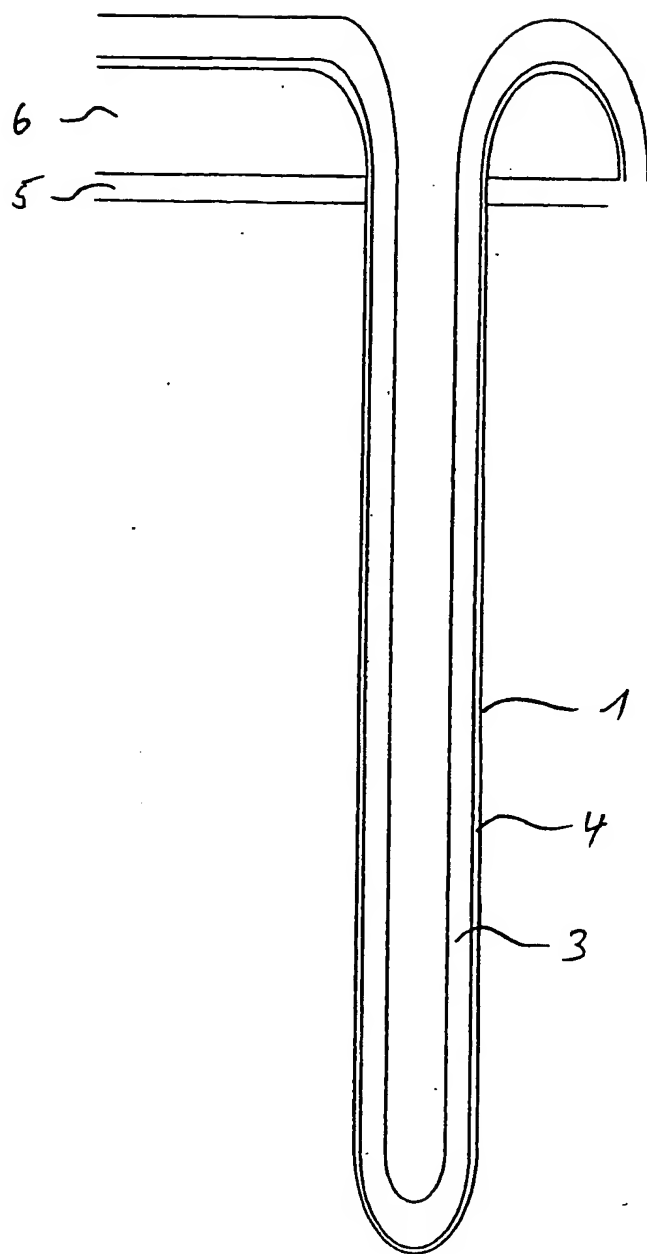


Fig 1

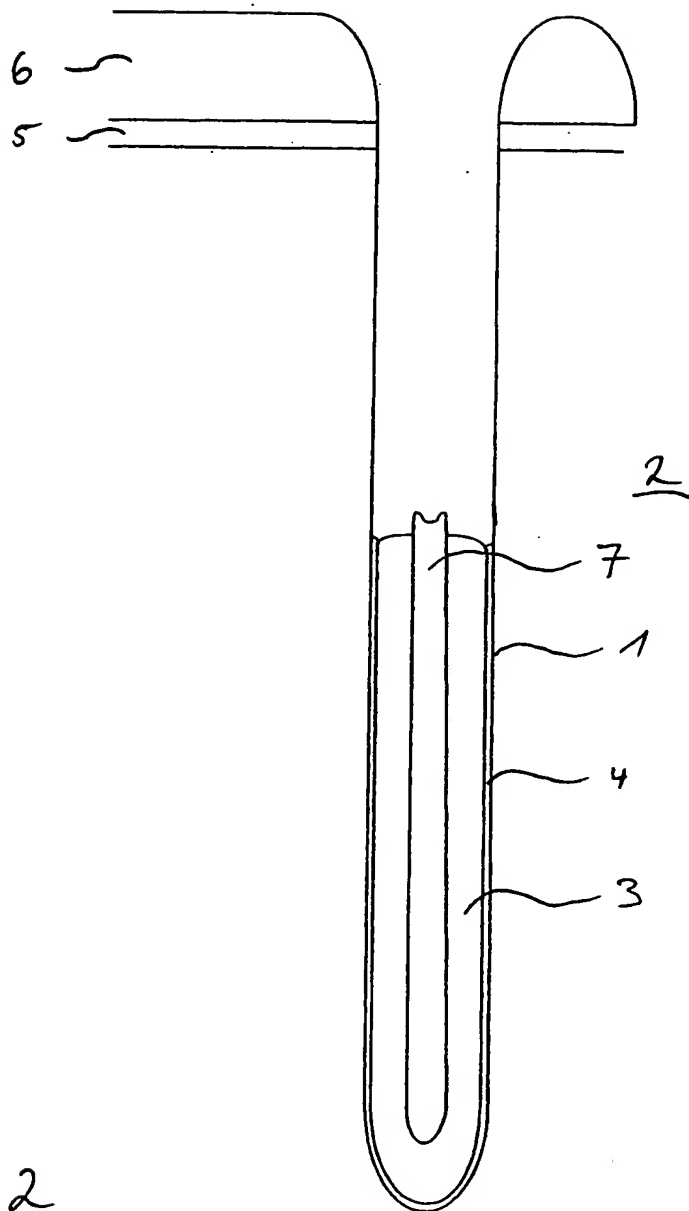


Fig 2

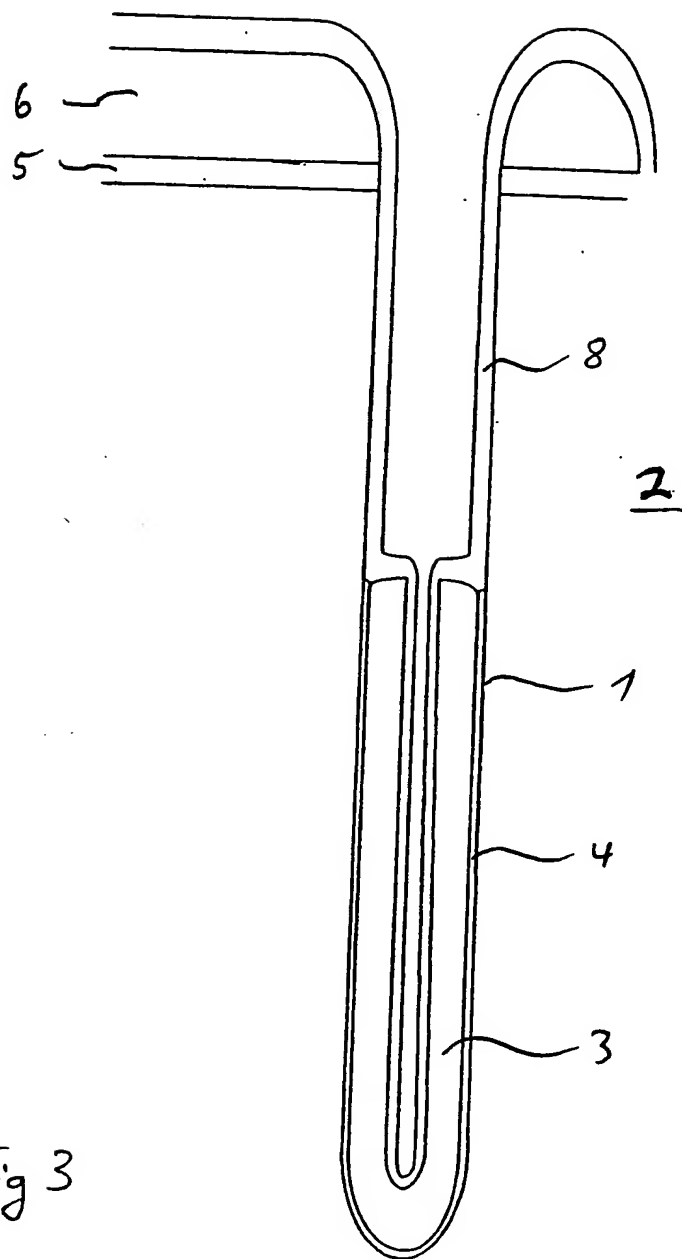


Fig 3

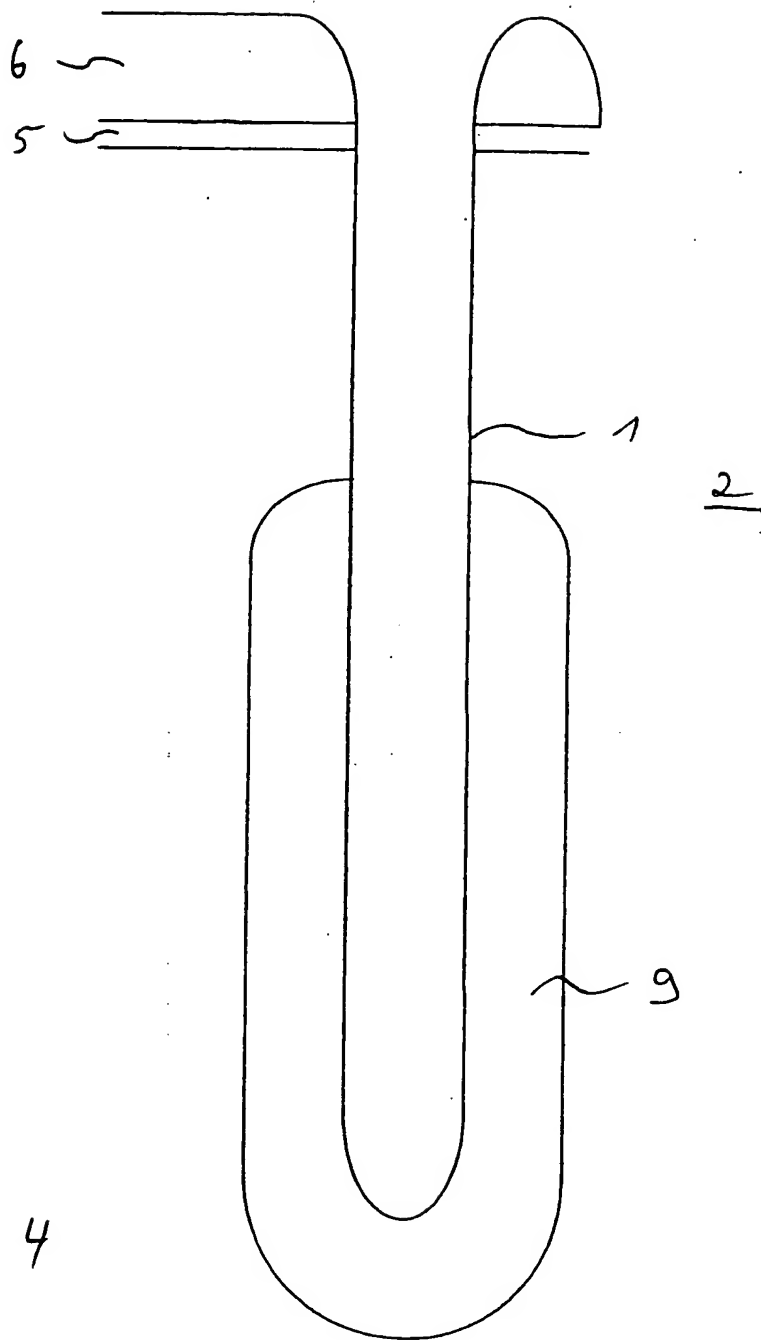


Fig 4

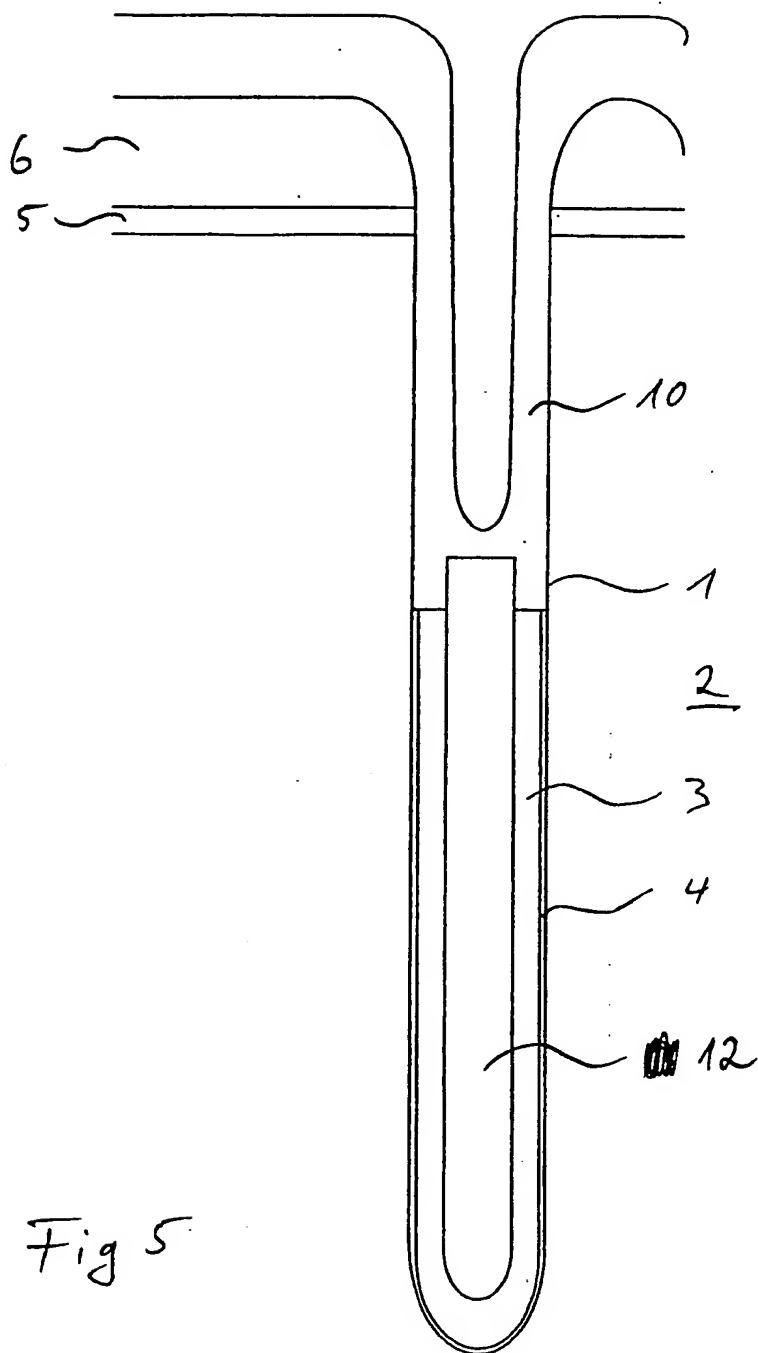


Fig 5

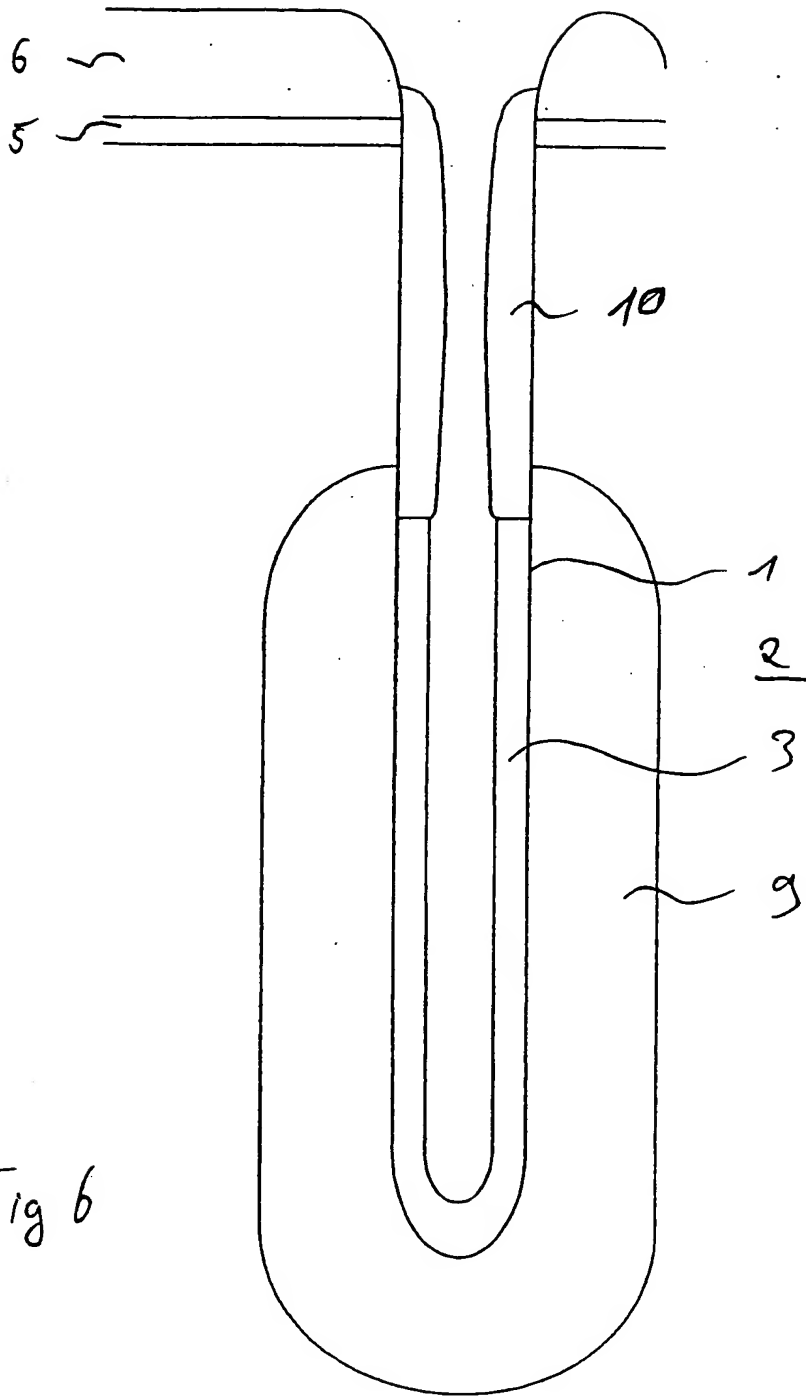


Fig 6

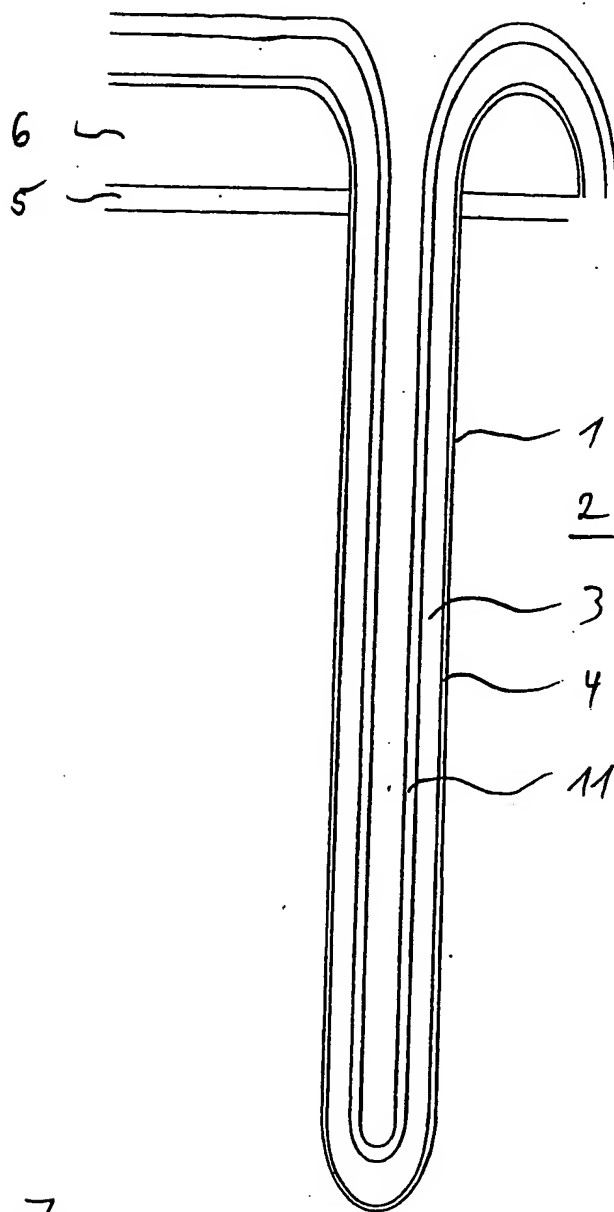


Fig 7

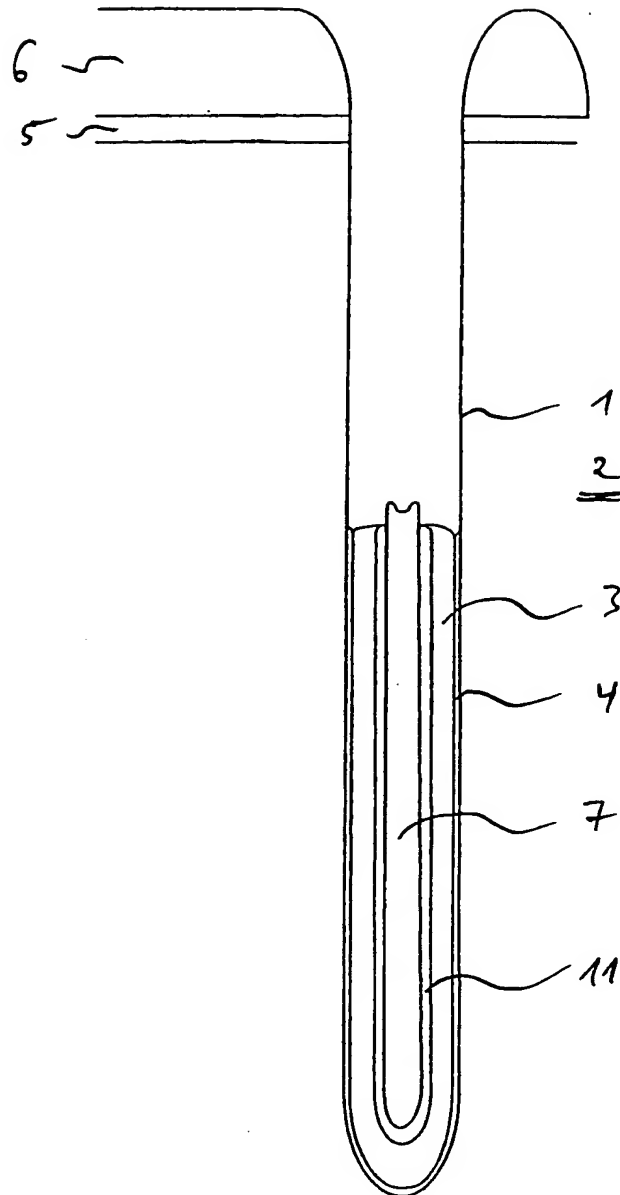


Fig 8

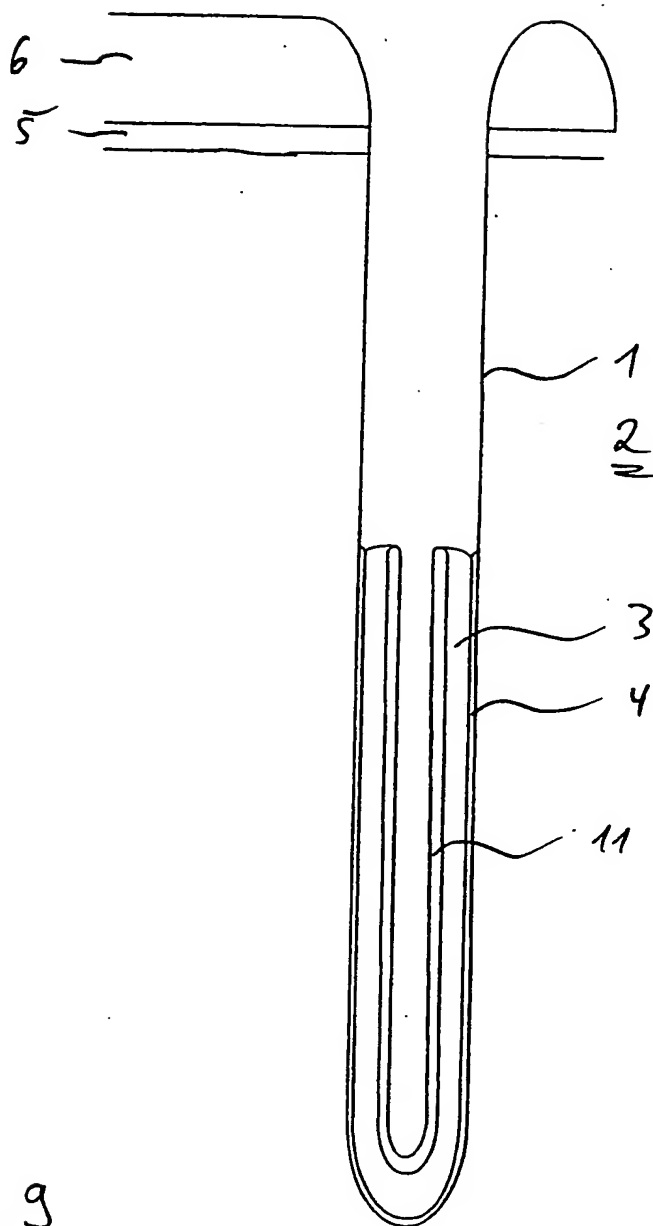


Fig 9

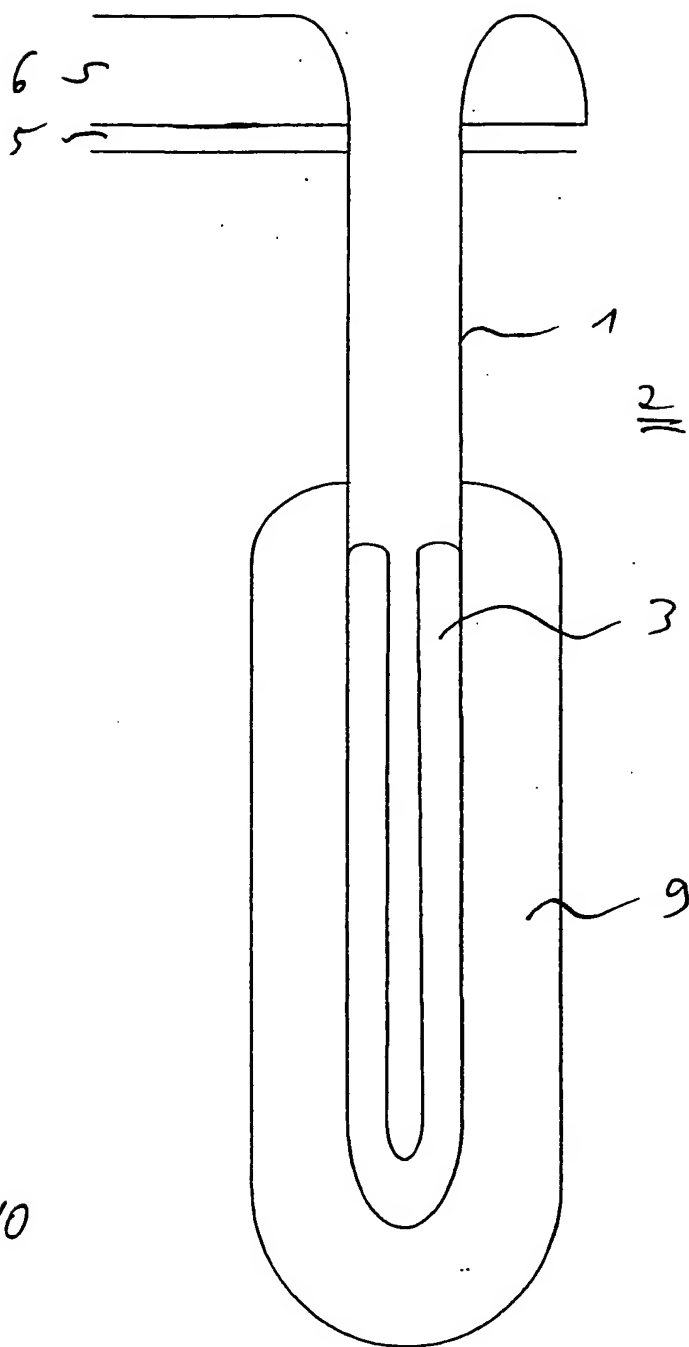


Fig 10